

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 07 180.9

**Anmeldetag:** 15. Februar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG,  
München/DE

**Bezeichnung:** Testsystem zur Funktionsprüfung eines  
Halbleiterbauelements auf einem Wafer und  
Betriebsverfahren

**IPC:** G 01 R, H 01 L, G 11 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Februar 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**Weihmayr**

## Beschreibung

Testsystem zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer und Betriebsverfahren

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Testsystem zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer mit einer Spannungsquelle, die eine Versorgungsspannung des zu testenden Bauelements bereitstellt und zwei mit der Spannungsquelle verbundene Versorgungskontaktiernadeln zum Anlegen der Versorgungsspannung an Anschlußflächen des zu testenden Bauelements.

10

Neue Generationen von Halbleiterbauelementen, insbesondere auch von Halbleiterspeichern, arbeiten bei Taktfrequenzen von weit über 200 MHz. Die Ausbeute funktionsfähiger Bauelemente läßt sich erhöhen und die Kosten für die Tests gehäuster Bausteine lassen sich senken, wenn die erforderlichen Tests auf Funktionsfähigkeit der Bausteine soweit als möglich bereits auf Waferebene stattfinden.

15

20

25

Die Verbindung zwischen dem Testsystem und dem Bauelement wird beim Test auf Waferebene durch eine Nadelkarte hergestellt. Der Großteil der Kontaktiernadeln dient dabei der Übertragung der schnellen Testsignale von dem Testsystem an den zu testenden Baustein. Weitere, mit einer Spannungsquelle verbundene Kontaktiernadeln führen eine oder mehrere Versorgungsspannungen, beispielsweise mit einem Pegel von 3,3 V oder 2,5 V, an entsprechende Anschlußflächen des Halbleiterbausteins.

30

Es ist auch bekannt, eine stromfreie Leseleitung (Sense) vorzusehen, die auf der Nadelkarte mit einer der stromtreibenden Spannungsversorgungsleitungen (Force) verbunden ist. Durch Erfassen der Potentialdifferenz zwischen der Spannungsquelle und dem Meßpunkt (der Verbindungsstelle zwischen Force- und Senseleitung) können die Spannungsabfälle entlang der Zulei-

35

tungen von der Spannungsquelle über den Lesekopf, verschiedenen Verbindern, und der Hauptplatine bis hin zur Nadelkarte kompensiert werden.

5 Dabei ergibt sich das Problem, daß die Genauigkeit, mit der die Versorgungsspannung an den Anschlußflächen des Halbleiterbauelements bereitgestellt werden kann, vom Zustand der Nadelkarte abhängt. Eine Nadelkarte mit frisch gereinigten Nadeln stellt etwa bei gleicher Ausgangsspannung der Span-

10 nungsquelle auf dem Halbleiterchip eine höhere Spannung bereit, als eine Nadelkarte, auf deren Nadeln sich durch längere Benutzung bereits Aluminium oder andere Verunreinigungen angesammelt haben.

15 Da der Pegel der Spannungsversorgung von Halbleiterbauelementen mit zunehmender Verkleinerung ebenfalls niedriger wird, gewinnen solche Variationen der Versorgungsspannung zunehmend an Bedeutung.

20 Hier setzt die Erfindung an. Der Erfindung wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Testsystem zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer so weiter zu entwickeln, daß eine Versorgungsspannung mit erhöhter Genauigkeit an entsprechende Anschlußflächen des zu testenden Bauelements ange-

25 legt werden kann. Diese Aufgabe wird durch das Testsystem nach Anspruch 1 und das Verfahren nach Anspruch 6 oder 7 gelöst. Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

30 Das erfindungsgemäße Testsystem weist neben den Versorgungskontaktiernadeln eine Lesekontaktiernadel zum Herstellen einer stromlosen elektrischen Leseverbindung des Testsystems mit einer Anschlußfläche des zu testenden Bauelements auf.

Weiter sind Mittel zum Regeln der von der Spannungsquelle gelieferten Ausgangsspannung auf Grundlage des elektrischen Potentials der Lesekontaktiernadel vorgesehen.

- 5 Die Erfindung beruht somit auf dem Gedanken, eine Leseleitung über eine Lesekontaktiernadel bis auf eine Anschlußfläche des zu testenden Bausteins zu erstrecken. Durch die Regelung der von der Spannungsquelle gelieferten Ausgangsspannung auf Grundlage des elektrischen Potentials der Lesekontaktiernadel  
10 kann die Versorgungsspannung unabhängig von einem Übergangswiderstand zwischen Versorgungskontaktiernadel und Anschlußpad auf den gewünschten Zielwert eingestellt werden.

- 15 Dies kann dadurch geschehen, daß mit der Lesekontaktiernadel eine solche Anschlußfläche des Bauelements kontaktiert wird, die mit der von der potentialführenden Versorgungskontaktiernadel kontaktierten Anschlußfläche elektrisch verbunden ist.

- 20 Unter einer stromlosen Leseverbindung des Testsystems mit einer Anschlußfläche des zu testenden Bauelement ist dabei eine Verbindung verstanden, bei der zur Potentialbestimmung ein so kleiner Meßstrom eingeprägt wird, daß Spannungsabfälle entlang der Leseleitung auf das Ergebnis keinen nennenswerten Einfluß haben.

- 25 Die Potentialdifferenz zwischen der Lesekontaktiernadel und der masseführenden Versorgungskontaktiernadel gibt somit die tatsächlich an den entsprechenden Anschlüssen des Bauelements anliegende Versorgungsspannung an, so daß die Ausgangsspannung des Spannungsquelle entsprechend der Abweichung zur gewünschten Zielversorgungsspannung nachgeregelt werden kann.  
30

- Bei der herkömmlichen Vorgehensweise, bei der die Leseleitung mit einer Versorgungsleitung auf der Nadelkarte verbunden  
35 ist, wird der Spannungsabfall zwischen der Nadelkarte und dem zu testenden Baustein nicht berücksichtigt wird. Es wurde nun

gefunden, daß dieser Wert in der Praxis beim Testen von Speicherbausteinen in der Größenordnung von 50 mV liegt.

Hinzu kommt, daß der Übergangswiderstand zwischen den Versorgungskontaktiernadeln und den Anschlußpads des Halbleiterbauelements wesentlich vom Zustand, insbesondere vom Verschmutzungsgrad der Nadeln und der Zeitdauer seit der letzten Reinigung der Nadelkarte bestimmt wird. Durch die erfindungsgemäß vorgesehene Lesekontaktiernadel entfällt die Abhängigkeit der angelegten Versorgungsspannung vom Übergangswiderstand zwischen Versorgungsnadeln und Anschlußpad und damit die Abhängigkeit vom Zustand der Nadelkarte.

Die Versorgungsspannung für das Halbleiterbauelement somit genauer eingestellt werden. Diese zusätzliche Genauigkeit gewinnt mit der Miniaturisierung der Bauelemente zunehmend an Bedeutung. Der von den Bausteinen gezogene Strom bleibt nämlich auch bei abnehmender Versorgungsspannung  $V_{cc}$  in etwa konstant, so daß der Spannungsabfall aufgrund eines Übergangswiderstands zwischen Versorgungsnadeln und Anschlußpad in etwa gleich bleibt. Wegen des sinkenden Absolutwerts der Versorgungsspannung nimmt jedoch der durch den Spannungsabfall erzeugte prozentuale Fehler von Typgeneration zu Typgeneration zu.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Beobachtung, daß die Stromaufnahme eines Chips während des Testbetriebs von der Arbeitsfrequenz abhängt. Wird beispielsweise beim Test die Funktion eines Bauelements zunächst bei einer niedrigen Arbeitsfrequenz und bei erfolgreichem Niederfrequenztest anschließend bei einer höheren Arbeitsfrequenz getestet, steigt die Stromaufnahme des Bauelements. Wird die Versorgungsspannung in herkömmlicher Weise durch ein bekanntes Testsystem geliefert, ändert sich mit der Stromaufnahme auch der Spannungsabfall am Übergangswiderstand, und damit die am Chip anliegende Versorgungsspannung. Durch die erfindungsgemäße Regelung der Ausgangsspannung über die Lesekontaktiernadel ent-

fällt der Einfluß des Übergangswiderstands, und damit die beschriebene Abhängigkeit.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Testsystem eine zweite Lesekontaktiernadel zur stromlosen elektrischen Leseverbindung des Testsystems mit einer Anschlußfläche des zu testenden Bauelements. Die von der Spannungsquelle gelieferte Ausgangsspannung wird dann in Abhängigkeit von sowohl dem Potential ersten Lesekontaktiernadel als auch dem Potential der zweiten Lesekontaktiernadel geregelt. Dies ermöglicht, Übergangswiderstände und damit Spannungsabfälle sowohl in der potentialführenden als auch der masseführenden Versorgungsleitung zu kompensieren. Die stromlose Leseverbindung ermöglicht wiederum eine unverfälschte Bestimmung des Potentials.

In einer Ausführungsform sind die Versorgungskontaktiernadeln und die eine oder die zwei Lesekontaktiernadeln auf einer Nadelkarte angeordnet.

Dabei ist bevorzugt die erste Lesekontaktiernadel auf der Nadelkarte über einen Widerstand mit einer der Versorgungskontaktiernadeln, zweckmäßig mit der potentialführenden Versorgungskontaktiernadel verbunden. Dadurch wird im Fall eines schlechten oder nicht vorhandenen Kontakts der Lesekontaktiernadel auf dem zu testenden Baustein noch eine Ausregelung aller zwischen Spannungsquelle und Nadelkarte auftretenden Spannungsabfälle, wenn auch nicht mehr des Spannungsabfalls aufgrund des Übergangswiderstands ermöglicht.

Im Fall, daß eine zweite Lesekontaktiernadel vorgesehen ist, wird diese zweckmäßig auf der Nadelkarte über einen Widerstand mit der anderen, zweckmäßig der masseführenden Versorgungskontaktiernadel verbunden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen der Beschreibung der Ausführungsbeispiele und der Zeichnungen.

5 Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei sind jeweils nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Es zeigt

10 Figur 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der Erfindung;

Figur 2 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

15

Figur 1 zeigt ein Testsystem 10, das neben nicht dargestellten Einrichtungen zur Erzeugung und Abgabe von Testsignalen eine programmierbare Spannungsversorgung 12 aufweist. Auf einem Wafer 42 befindet sich ein zu testender Speicherbaustein 40, der unter anderem ein Anschlußpad 44 für den Masseanschluß und ein Anschlußpad 46 für die positive Versorgungsspannung Vcc aufweist. Das Anschlußpad 46 ist dabei groß genug, daß darauf zwei Kontaktiernadeln nebeneinander Platz finden.

25

Die Versorgungsspannung wird von der programmierbaren Spannungsquelle 12 bereit gestellt und über stromtreibende Leitungen 14, 16 an die entsprechenden Anschlußpads 44, 46 geführt. Die Leitungen 14, 16 laufen zu einer Nadelkartenanordnung 20, welche einen Testkopf 22, ZIF-Verbinder 24, eine Hauptplatine 26, Pogo-pins 28 und ein Nadelkartenboard 30 aufweist. Die einzelnen Elemente der Nadelkartenanordnung 20 sind in dabei in Figur 1 lediglich schematisch dargestellt.

30

35 Im Testbetrieb wird über Kontaktiernadeln 34, 36 und 38 eine elektrische Verbindung zwischen der Nadelkartenanordnung 20 und dem zu testenden Baustein 40 hergestellt. Die erste Ver-

sorgungskontaktiernadel 34 verbindet den Masseausgang der Spannungsquelle 12 mit dem Anschlußpad 44, und die zweite Versorgungskontaktiernadel 36 verbindet den Pluspol der Versorgungsspannung mit dem entsprechenden Anschlußpad 46.

5

Weiter ist eine Leseleitung 18 und eine zugehörige Lesekontaktiernadel 38 vorgesehen, mit der im Testbetrieb ebenfalls das Anschlußpad 46 kontaktiert wird. Über die Lesekontaktiernadel 38 und die Leseleitung 18 wird praktisch stromlos das Potential des Anschlußpads 46 relativ zu Masse ermittelt.

10

Weicht das gemessene Potential von der angestrebten Versorgungsspannung, im Ausführungsbeispiel 3,3 V ab, so regelt die programmierbare Spannungsquelle 12 die Ausgangsspannung entsprechend der Abweichung nach. Im eingeregelter Zustand liegt somit auf dem zu testenden Baustein zwischen den Anschlußpads 44 und 46 gerade die angestrebte Versorgungsspannung an, und alle Spannungsabfälle die auf den Komponenten der Nadelkartenanordnung 22-30 auftreten, sowie ein Übergangswiderstand zwischen den Versorgungsnadeln 34, 36 und den entsprechenden Anschlußpads 44, 46 sind kompensiert.

15

20

Die Spannungsversorgung für den Chip kann dadurch wesentlich genauer eingestellt werden. Veränderliche Übergangswiderstände, etwa durch einen sich zeitlich verändernden Verschmutzungsgrad der Kontaktiernadeln sind eliminiert.

25

Auf dem Nadelkartenboard 30 ist die positive Versorgungsspannungsleitung 16 und die Leseleitung 18, bzw. die Versorgungskontaktiernadel 36 und die Lesenadel 38 über einen Widerstand 32 miteinander verbunden.

30

Dadurch ist sichergestellt, daß auch im Fall eines schlechten oder nicht vorhandenen Kontakts der Lesekontaktiernadel 38 auf dem Chip zumindest die Spannungsabfälle an den Komponenten der Nadelkartenanordnung 20 kompensiert werden können. Im Ausführungsbeispiel hat der Widerstand 32 bei einem Eingangs-

35

widerstand der Spannungsquelle 12 von 10 MOhm einen Wert von etwa 10 kOhm, was bei erwarteten Übergangswiderständen zwischen Kontaktiernadeln und Anschlußpads von etwa 10 Ohm eine ausreichende Meßgenauigkeit gewährleistet.

5

In einer zweiten Ausführungsform (Figur 2) ist auch für die Masseleitung 14 eine Leseleitung 19 und eine zugehörige zweite Lesekontaktiernadel 39 vorgesehen. Mit einer solchen Ausführungsform lassen sich auch Spannungsabfälle entlang der Masseleitung kompensieren. Für den Fall fehlenden oder schlechten Kontakts der Lesekontaktiernadel 39 ist auf dem Nadelkartenboard ein Widerstand 33 zwischen die negative Versorgungsspannungsleitung 14 und die Leseleitung 19 geschaltet.

15

Der auf dem Wafer 62 angeordnete, zu testende Baustein 60 weist in der Darstellung der Figur 2 ein Anschlußpad 66 für die positive Versorgungsspannung auf, das groß genug ist, um nebeneinander zwei Kontaktiernadeln 36, 38 Platz zu bieten.

20

Bei der negativen Versorgungsspannung (Masse) sind zur Illustration zwei getrennte Anschlußpads 64, 69 für die jeweiligen Kontaktiernadeln 34, 39 auf dem Chip gezeigt, welche durch eine leitende Verbindung 70 elektrisch miteinander verbunden sind.

25

Auch bei dieser Ausführungsform kann durch die stromlose Bestimmung der Potentialwerte über die Leseleitungen 18, 19 eine genaue Einstellung der Versorgungsspannung durch entsprechende Nachregelung der Ausgangsspannung der programmierbaren Spannungsquelle 52 erfolgen.

30

## Patentansprüche

1. Testsystem zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer, mit

- 5 - einer Spannungsquelle (12;52), die eine Versorgungsspannung des zu testenden Bauelements (40;60) bereitstellt;  
- zwei mit der Spannungsquelle verbundene Versorgungskontaktiernadeln (34,36) zum Anlegen der Versorgungsspannung an Anschlußflächen (44,46; 64,66) des zu testenden Bauelements  
10 (40;60);

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

- eine Lesekontaktiernadel (38) zum Herstellen einer stromlosen elektrischen Leseverbindung (18,38) des Testsystems (10) mit einer Anschlußfläche (46;66) des zu testenden Bauelements  
15 (40;60); und  
- Mittel zum Regeln der von der Spannungsquelle (12;52) gelieferten Ausgangsspannung auf Grundlage des elektrischen Potentials der Lesekontaktiernadel (38).

- 20 2. Testsystem nach Anspruch 1, mit einer zweiten Lesekontaktiernadel (39) zum Herstellen einer stromlosen elektrischen Leseverbindung (19,39) des Testsystems (10) mit einer Anschlußfläche (69) des zu testenden Bauelements (40;60),  
und mit Mitteln zum Regeln der von der Spannungsquelle (52)  
25 gelieferten Ausgangsspannung auf Grundlage des Potentials der Lesekontaktiernadeln (38,39).

3. Testsystem nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Versorgungskontaktiernadeln (34,36) und die Lesekontaktiernadel(n)  
30 (38,39) auf einer Nadelkarte (20) angeordnet sind.

4. Testsystem nach Anspruch 3, bei dem die erste Lesekontaktiernadel (38) auf der Nadelkarte (20) über einen Widerstand (32) mit einer der Versorgungskontaktiernadeln (36), insbesondere der potentialführenden Versorgungskontaktiernadel  
35 (36) verbunden ist.

5. Testsystem nach Anspruch 4, bei dem weiter die zweite Lesekontaktiernadel (39) auf der Nadelkarte (20) über einen Widerstand (33) mit der anderen der Versorgungskontaktiernadeln (34) verbunden ist.

5

6. Verfahren zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer, mit einem Testsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem

- eine zu erreichende Zielversorgungsspannung des Halbleiterbausteins festgelegt wird,
- über die zwei Versorgungskontaktiernadeln eine Versorgungsspannung an entsprechende Anschlußflächen des zu testenden Bauelement angelegt wird,
- über die erste Lesekontaktiernadel eine stromlose elektrische Leseverbindung mit einer solchen Anschlußfläche des Bauelements hergestellt wird, die mit einer von einer Versorgungskontaktiernadeln kontaktierten Anschlußfläche elektrisch verbunden ist,
- das Potential der ersten Lesekontaktiernadel relativ zu einem Bezugspotential ermittelt wird, und
- die Ausgangsspannung der Spannungsquelle abhängig von dem ermittelten Potential geregelt wird, um eine Annäherung an die Zielversorgungsspannung zu erreichen.

25

7. Verfahren zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer, mit einem Testsystem nach Anspruch 2 oder einem auf Anspruch 2 rückbezogenen Anspruch, bei dem

- eine zu erreichende Zielversorgungsspannung des Halbleiterbausteins festgelegt wird,
- über die zwei Versorgungskontaktiernadeln eine Versorgungsspannung an entsprechende Anschlußflächen des zu testenden Bauelement angelegt wird,
- über die erste und zweite Lesekontaktiernadel jeweils eine stromlose elektrische Leseverbindungen mit einer solchen Anschlußfläche des Bauelements hergestellt werden, die mit einer von einer der Versorgungskontaktiernadeln kontaktierten Anschlußfläche elektrisch verbunden ist,

35

- das Potential der ersten und zweiten Lesekontaktiernadel relativ zu einem Bezugspotential ermittelt wird, und
  - die Ausgangsspannung der Spannungsquelle abhängig von den ermittelten Potentialen geregelt wird, um eine Annäherung an
- 5 die Zielversorgungsspannung zu erreichen.

## Zusammenfassung

Testsystem zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer und Betriebsverfahren

5

Ein Testsystem zur Funktionsprüfung eines Halbleiterbauelements auf einem Wafer, mit einer Spannungsquelle (12), die eine Versorgungsspannung des zu testenden Bauelements (40) bereitstellt, zwei mit der Spannungsquelle verbundene Versorgungskontaktiernadeln (34,36) zum Anlegen der Versorgungsspannung an Anschlußflächen (44,46;) des zu testenden Bauelements (40), weist eine Lesekontaktiernadel (38) zum Herstellen einer stromlosen elektrischen Leseverbindung (18,38) des Testsystems (10) mit einer Anschlußfläche (46) des zu testenden Bauelements (40), und Mittel zum Regeln der von der Spannungsquelle (12) gelieferten Ausgangsspannung auf Grundlage des elektrischen Potentials der Lesekontaktiernadel (38) auf. Dadurch kann die Versorgungsspannung des Halbleiterbauelements beim Funktionstest genauer eingestellt werden.

20

Figur 1

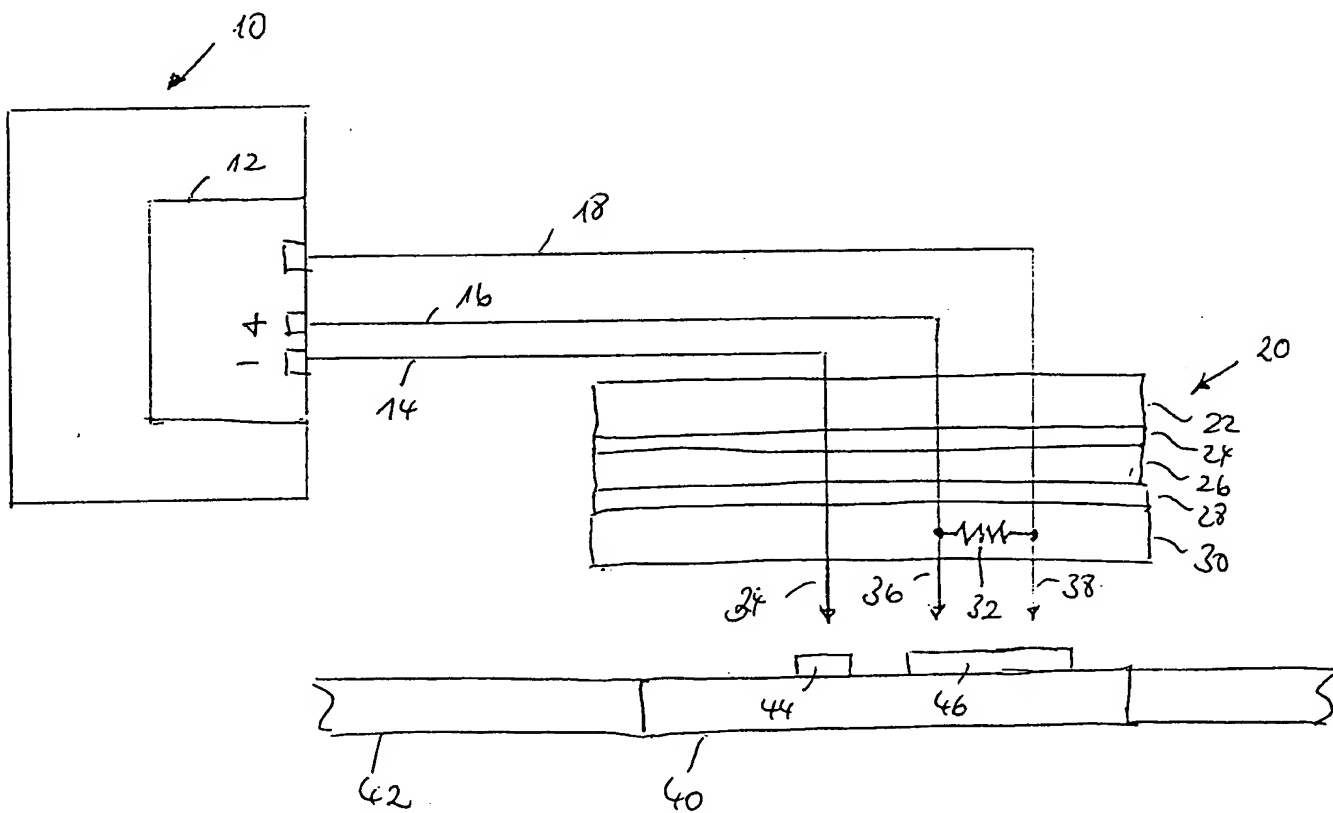


Fig. 1

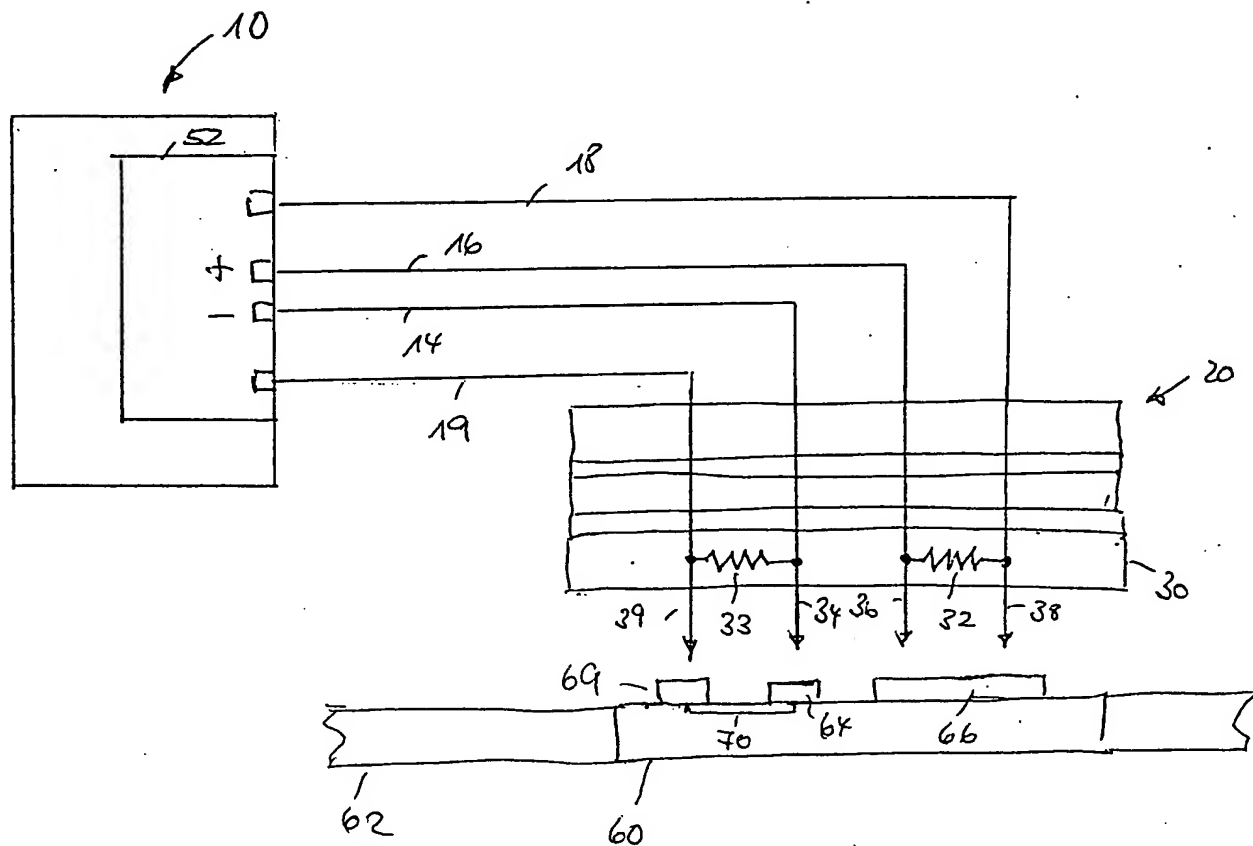


Fig 2